

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-014284

(43)Date of publication of application : 18.01.2002

(51)Int.Cl. G02B 15/163  
G02B 13/18  
G02B 15/20

(21)Application number : 2000-194149 (71)Applicant : CANON INC

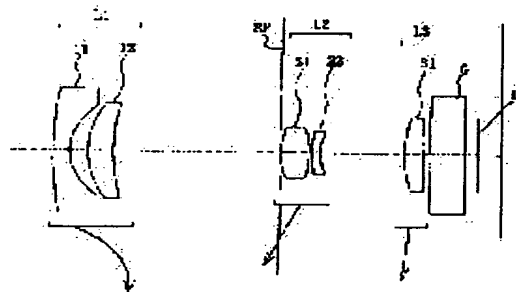
(22)Date of filing : 28.06.2000 (72)Inventor : NANBA NORIHIRO

## (54) ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a zoom lens which is suitable for a photographing system using a solid-state imaging device, and which is constituted of a small number of lenses, which is made compact, whose aperture is made smaller, whose variable power ratio is high and whose optical performance is improved, and also, to provide optical equipment using the zoom lens.

**SOLUTION:** As for the zoom lens provided with a 1st group whose refractive power is negative, a 2nd group whose refractive power is positive, and a 3rd group whose refractive power is positive in order from an object side, and a distance between the 1st group and the 2nd group becomes shorter and a distance between the 2nd group and the 3rd group becomes longer at varying the power from a wide angle end to a telephoto end, the 1st group is provided with a negative meniscus lens whose concave faces an image side and a positive meniscus lens whose convex faces the object side, and the 2nd group is provided with a 2nd group positive lens 21 whose convex faces the object side and a 2nd group meniscus negative lens 22 whose concave faces the image side in order from the object side.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-14284  
(P2002-14284A)

(43)公開日 平成14年1月18日(2002.1.18)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	キーワード(参考)
G 0 2 B 15/163		G 0 2 B 15/163	2 H 0 8 7
13/18		13/18	
15/20		15/20	

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21)出願番号 特願2000-194149(P2000-194149)

(22)出願日 平成12年6月28日(2000.6.28)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 難波 則広

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

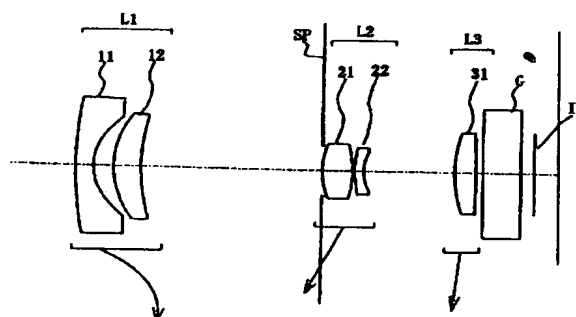
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを用いた光学機器

(57)【要約】

【課題】固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで、小径化を達成した高変倍比で、優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を得ること。

【解決手段】物体側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1群と第2群との間隔が縮まり、第2群と第3群との間隔は広がるようにしたズームレンズにおいて、該第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、該第2群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズを有することを特徴とするズームレンズ。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】物体側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1群と第2群との間隔が縮まり、第2群と第3群との間隔は広がるようにしたズームレンズにおいて、該第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、該第2群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第2.1レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第2.2レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項2】前記第2.2レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR22a、像側のレンズ面の曲率半径をR22b、前記第2.2群の焦点距離をf2、該第2.2レンズの焦点距離をf2.2としたとき

$$-6.5 < (R22b + R22a) / (R22b - R22a) < -1.2$$

$$0.5 < |f2.2| / f2 < 2.2$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項1記載のズームレンズ。

【請求項3】前記第2群は正の第2.1レンズとメニスカス状の負の第2.2レンズのみで構成されることを特徴とする請求項2記載のズームレンズ。

【請求項4】前記第2群は物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第2.1レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第2.2レンズ、像側に凸面を向けた正の第2.3レンズで構成されることを特徴とする請求項2記載のズームレンズ。

【請求項5】前記第2群は物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第2.1レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第2.2レンズ、負の第2.3レンズと正の第2.4レンズを接合した全体として正の接合レンズで構成されることを特徴とする請求項2記載のズームレンズ。

【請求項6】前記第2.1レンズは光軸から周辺に向かって収斂作用が弱まるような形状の非球面を有することを特徴とする請求項3、4又は5記載のズームレンズ。

【請求項7】前記第2.1レンズは両レンズ面とも非球面であることを特徴とする請求項6記載のズームレンズ。

【請求項8】物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群、そして正の屈折力の第4群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第2群と第3群との間隔が縮まり、第3群と第4群との間隔が広がり、第3群が移動するズームレンズにおいて、第2群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、第3群は物体側より順に、開口絞り、物体側に凸面を向けた正の第3.1レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第3.2レンズを有することを特徴とするズームレンズ。

【請求項9】前記第3.2レンズの物体側のレンズ面の曲

率半径をR32a、像側のレンズ面の曲率半径をR32b、該第3群の焦点距離をf3、該3.2レンズの焦点距離をf3.2としたとき、

$$-6.5 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -1.2$$

$$0.5 < |f3.2| / f3 < 2.2$$

の条件式を満足することを特徴とする請求項8記載のズームレンズ。

【請求項10】広角端から望遠端への変倍時、前記第1群は像側へ凸の軌跡、もしくは凸状の軌跡のうちの一部の軌跡にて移動することを特徴とする請求項9記載のズームレンズ。

【請求項11】前記第1群は物体側に凸面を向けた正の第1.1レンズのみで構成されることを特徴とする請求項10記載のズームレンズ。

【請求項12】請求項1から11のいずれか1項のズームレンズを有していることを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ズームレンズ及びそれを用いた光学機器に関し、特に負の屈折力のレンズ群が先行する全体としての3つのレンズ群を有し、これらの各レンズ群のレンズ構成を適切に設定することにより、レンズ系全体の小型化を図ったフィルム用のスチルカメラやビデオカメラ、そしてデジタルスチルカメラ等に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】最近、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等、光学機器（カメラ）高機能化にともない、それに用いる光学系には高性能化と小型化のズームレンズが求められている。

【0003】この種のカメラには、レンズ最後部と撮像素子との間に、ローパスフィルターや色補正フィルターなどの各種光学部材を配置する為、それに用いる光学系には、比較的バックフォーカスの長いレンズ系が要求される。さらに、カラー画像用の撮像素子を用いたカラーカメラの場合、色シェーディングを避けるため、それに用いる光学系には像側のテレセントリック特性の良いものが望まれている。

【0004】従来より、負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群の2つのレンズ群より成り、双方のレンズ間隔を変えて変倍を行う。所謂ショートズームタイプの広角の2群ズームレンズが種々提案されている。これらのショートズームタイプの光学系では、正の屈折力の第2群を移動することで変倍を行い、負の屈折力の第1群を移動することで変倍に伴う像点位置の補正を行っている。

【0005】これらの2つのレンズ群よりなるレンズ構成においては、ズーム倍率は2倍程度である。さらに2倍以上の高い変倍比を有しつつレンズ全体をコンパクトな形状にまとめるため、例えば特公平7-3507号公報

や、特公平6-40170号公報等には2群ズームレンズの像側に負または正の屈折力の第3群を配置し、高倍化に伴って発生する諸収差の補正を行っている、所謂3群ズームレンズが提案されている。しかしながら、これらの3群ズームレンズは主として35mmフィルム写真用に設計されているため、固体撮像素子を用いた光学系に求められるバックフォーカスの長さと、良好なテレセントリック特性を両立したものとはいえ難かった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】バックフォーカスとテレセントリック特性を満足する3群ズームレンズ系が、例えば特開昭63-135913号公報や、特開平7-261083号公報等で提案されている。また、特開平3-288113号公報には、3群ズームレンズにおいて負の屈折力の第1群を固定とし、正の屈折力の第2群と正の屈折力の第3群を移動させて変倍を行う光学系も開示されている。これらの従来例においては、各レンズ群の構成枚数が比較的多く、レンズ全長が長くなる傾向があった。

【0007】また、特開平7-261083号公報に記載される例では、負の屈折力の第1群のもっとも物体側に凸レンズ（正レンズ）が配置されており、特に広角化した場合、レンズ外径が増大する傾向があった。さらに、この例では負の屈折力の第1群を移動させて近距離物体へのフォーカシングを行うため、ズーミングでの移動とあいまってメカ構造が複雑化する傾向があった。

【0008】また、米国特許第4,999,007号公報には、負、正、正の屈折力の3つのレンズ群より成る3群ズームレンズにおいて、第1レンズ群、第2レンズ群をそれぞれ1枚の単レンズで構成したものも開示されている。ところが、広角端でのレンズ全長が比較的大きく、さらに広角端での第1群と絞りが大きく離れているため軸外光線の入射高が大きく第1群を構成するレンズの径が増大してしまうため、レンズ系全体が大きくなっていく傾向があった。また、第1群と、第2群は構成レンズ枚数が1枚のためレンズ群内における収差補正が難しい。特に変倍時の倍率色収差の変動は軸外光線の光軸からの高さの変動が大きい第1群内にて発生しやすいが、第1群を凹レンズ1枚としているのでレンズ群内での補正が十分でなく、全系においても倍率色収差の変動が増加する傾向があった。

$$-6.5 < (R22b + R22a) / (R22b - R22a) < -1.2 \dots (1a)$$

$$0.5 < |f22| / f2 < 2.2 \dots (2a)$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0015】請求項3の発明は請求項2の発明において前記第2群は正の第21レンズとメニスカス状の負の第22レンズのみで構成されることを特徴としている。

【0016】請求項4の発明は請求項2の発明において前記第2群は物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズ、像側に凸面を向けた正の第23レンズで

\*【0009】さらに、ズーム広角端での画角を大きくした場合の特有な問題として歪曲収差の補正不足の問題がある。また、比較的感度の低い高画素の撮像素子で用いるためには更なる大口径比化が求められる。

【0010】また、米国特許第4,824,223号公報には負一正一正の3群構成のプロジェクター用光学系が開示されている。このレンズでは第1群が負レンズ1枚のためレンズ群内の収差補正が必ずしも十分でなく、変倍比が1.7程度であった。

【0011】本出願人は特願平10-301684号において負一正一正の屈折力の3つのレンズ群を有した3群ズームレンズを提案した。このズームレンズではレンズ群の後方にフィルター等を挿入するために必要な長さのバックフォーカスの確保と、固体撮像素子用として必要なテレセントリック特性の双方を両立した上で、変倍比2以上としながら極力レンズ全長を短縮しコンパクトなズームレンズを達成している。

【0012】本発明は、特願平10-301684号で提案したズームレンズを更に改良し、特に第2群の小型化、および第2群と第3群の空気間隔の短縮を図り、より層の小型化を達成し、かつ諸収差が良好に補正された高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを用いた光学機器の提供を目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手投】請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第1群と第2群との間隔が縮まり、第2群と第3群との間隔は広がるようにしたズームレンズにおいて、該第1群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、該第2群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズを有することを特徴としている。

【0014】請求項2の発明は請求項1の発明において前記第22レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR22a、像側のレンズ面の曲率半径をR22b、前記第2群の焦点距離をf2、該第22レンズの焦点距離をf22とし

\*40 たとき

構成されることを特徴としている。

【0017】請求項5の発明は請求項2の発明において前記第2群は物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズ、負の第23レンズと正の第24レンズを融合した全体として正の接合レンズで構成されることを特徴としている。

【0018】請求項6の発明は請求項3、4又は5の発

明において前記第2 1レンズは光軸から周辺に向かって収斂作用が弱まるような形状の非球面を有することを特徴としている。

【0019】請求項7の発明は請求項6の発明において前記第2 1レンズは両レンズ面とも非球面であることを特徴としている。

【0020】請求項8の発明のズームレンズは、物体側より順に正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群そして正の屈折力の第4群を有し、広角端から望遠端への変倍に際して第2群と第3群との間 10 隔が縮まり、第3群と第4群との間隔が広がり、第3群\*

$$-6.5 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -1.2 \dots (1b)$$

$$0.5 < |f32| / f3 < 2.2 \dots (2b)$$

の条件式を満足することを特徴としている。

【0022】請求項10の発明は請求項9の発明において広角端から望遠端への変倍時、前記第1群は像側へ凸の軌跡、もしくは凸状の軌跡のうち一部の軌跡にて移動することを特徴としている。

【0023】請求項11の発明は請求項10の発明において前記第1群は物体側に凸面を向けた正の第1 1レン 20 ズのみで構成されることを特徴としている。

【0024】請求項12の発明の光学機器は請求項1から11のいずれか1項のズームレンズを用いていることを特徴としている。

【0025】

【発明の実施の形態】図1は第1発明の後述する数値実施例1のレンズ断面図である。図2～図4は第1発明の数値実施例1の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0026】図5は第1発明の後述する数値実施例2のレンズ断面図である。図6～図8は第1発明の数値実施 30 例2の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0027】図9は第1発明の後述する数値実施例3のレンズ断面図である。図10～図12は第1発明の数値実施例3の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0028】図13は第1発明の後述する数値実施例4のレンズ断面図である。図14～図16は第1発明の数値実施例4の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0029】図17は第1発明の後述する数値実施例5のレンズ断面図である。図18～図20は第1発明の数値実施例5の広角端、中間、望遠端の収差図である。 40

【0030】図21は第2発明の後述する数値実施例6のレンズ断面図である。図22～図24は第2発明の数値実施例6の広角端、中間、望遠端の収差図である。

【0031】図1、図5、図9、図13、図17のレンズ断面図においてL1は負の屈折力の第1群（第1レンズ群）、L2は正の屈折力の第2群（第2レンズ群）、L3は正の屈折力の第3群（第3レンズ群）、SPは開口絞り、IPは像面である。Gはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。矢印は広角端から望遠端への変倍に際して各レンズ群の移動軌跡を示してい 50

\*が移動するズームレンズにおいて、第2群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズを有し、第3群は物体側より順に、開口絞り、物体側に凸面を向けた正の第3 1レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第3 2レンズを有することを特徴としている。

【0021】請求項9の発明は請求項8の発明において前記第3 2レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR32a、像側のレンズ面の曲率半径をR32b、該第3群の焦点距離をf3、該3 2レンズの焦点距離をf3 2としたとき、

る。

【0032】図1、図5のズームレンズでは広角端から望遠端への変倍に際し、第1群と、第2群の間隔が減少し、第2群と第3群の間隔が増大するように、第2群と第3群を物体側へ移動させて行い、変倍に伴う像面変動の補正を第1群を像面側に凸状の軌跡で又は、その軌跡の一部に沿って非直線的に移動させて行っている。

【0033】図7、図13、図17のズームレンズでは広角端から望遠端への変倍に際して第1群と、第2群の間隔が減少し、第2群と第3群間隔が増大するように、第2群を物体側へ移動させ、変倍に伴う像面変動の補正を該第1群を像面側に凸状の軌跡又はその一部に沿って非直線的に移動させて行っている。

【0034】ここで第3群は移動させても良く、又、固定であっても良い。

【0035】図21のレンズ断面図において、L1は、正の屈折力の第1群、L2は負の屈折力の第2群、L3は正の屈折力の第3群、L4は正の屈折力の第4群である。

【0036】SPは絞り、IPは像面、Gはフィルターや色分解プリズム等のガラスブロックである。

【0037】広角端から望遠端への変倍に際して該第1群と第2群の間隔が増大し第2群と第3群の間隔が減少し、該第3群と第4群の間隔が増大するように矢印の如く各レンズ群を光軸上移動させている。

【0038】ここで第1、第2群は像側に凸状の軌跡で、又はその一部の軌跡で移動している。

【0039】次に第1、第2発明について順次説明する。

【0040】第1発明では、物体側より順に、負の屈折力の第1群、正の屈折力の第2群そして正の屈折力の第3群の3つの群を有しており、広角端から望遠端へのズームに際して、第1群は像側に凸の往復運動もしくはこの一部の運動、第2群は物体側に移動し、第3群は移動もしくは固定である。

【0041】第1発明のズームレンズは、基本的には負の屈折力の第1群と正の屈折力の第2群とで所謂広角シ

ョートズーム系を構成しており、第2群の移動により変倍を行い、第1群を往復移動によって変倍に伴う像点の移動を補正している。

【0042】第3群はズーミング中固定の場合、変倍には寄与しないが、撮像素子の小型化に伴うズームレンズの屈折力の増大を分担し、第1、第2群で構成されるショートズーム系の屈折力を減らすことで特に第1群を構成するレンズでの収差の発生を抑え良好な光学性能を達成している。

【0043】また、特に固体撮像素子等を用いた光学機器に必要な像側のテレセントリックな結像を正の屈折力の第3群をフィールドレンズの役割を持たせることで達成している。

【0044】また、第3群がズーミング中移動する場合は第3群に入射する軸外光線の光軸からの高さをコントロールできるため軸外諸収差に対する補正能力が高まり、変倍全域に渡ってさらに良好な性能を実現している。

【0045】また、絞りSPを第2群内の物体側に置き、広角側での入射瞳と第1群との距離を縮めることで第1群を構成するレンズの外径の増大をおさえるとともに、正の屈折力の第2群の物体側に配置した絞りを挟んで第1群と第3群とで軸外の諸収差を打ち消すことで構成レンズ枚数を増やさずに良好な光学性能を得ている。

【0046】さらに、負の屈折力の第1群を物体側から順に像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス状の正のレンズの2枚で構成し、又は、像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズ、像側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズそして物体側に凸面を向けたメニスカス状の正レンズの3枚のレンズで構成している。正の屈折力の第2群を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズで構成し、又は、物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズそして正の第23レンズで構成している。

【0047】又は物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の負の第22レンズ、負の第23レンズと正の第24レンズとを接合した接合レンズで構成している。正の屈折力の第3群を正の第31レンズで構成している。

【0048】負の屈折力の第1群は、軸外主光線を絞り中心に瞳結像させる役割を持っており、特に広角側においては軸外主光線の屈折量が大きいために軸外諸収差、とくに非点収差と歪曲収差が発生し易い。そこで、通常の広角レンズと同様もっとも物体側のレンズ径の増大が抑えられる凹-凸(負-正)の構成としている。

【0049】第1群を構成する各レンズは、軸外主光線の屈折によって生じる軸外収差の発生を抑えるために絞り中心を中心とする同心球面に近い形状をとっている。

すなわち、負レンズは像側に凹面を向けたメニスカス形状とし、正レンズは物体側に凸面を向けたメニスカス形状としている。

【0050】図1、図5において第2群は物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の第22レンズで構成し、第2群を所謂望遠レンズタイプとして第2群の主点位置を物体側に移動させて第2群と第3群の実距離間隔を短くして小型化を図っている。

【0051】図9、図13において第2群を物体側から順に物体側に凸面を向けた正の第21レンズ、像側に凹面を向けたメニスカス状の第22レンズ、正の第23レンズのトリプレットで構成すると第2群内での収差補正能力が高まるためより高解像なズームレンズが提供できる。この場合は物体側から順に正レンズ、両レンズ面が凹面の負レンズ、正レンズを用いたトリプレットの構成と比べるとメニスカス状の負レンズを用いている分、主点位置を物体側に移動させて第2群と第3群の実距離間隔を短縮させている。

【0052】また両レンズ面が凹面の負レンズよりもメニスカス状の負レンズを用いた方が第2群の全長が短縮されるため、撮影を行わないときに各レンズ群を沈胴させて薄型化を図った光学機器を構成する場合は有利となる。

【0053】さらに図17に示すように上記トリプレットの像側の正レンズを負レンズと正レンズからなる接合レンズで置き換えると色収差補正能力が増すので好ましい。

【0054】なお、第2群中のもっとも物体側の第21レンズは第1群を射出した軸外主光線が大きく屈折して軸外諸収差が発生しないよう物体側に凸の形状にしている。また、第1群を発散状態で射出した軸上光束に対して球面収差の発生量を抑えるためにも第21レンズは物体側に凸の形状が好ましい。

【0055】正の屈折力の第3群は、物体側に凸面を設けた形状の正の第31レンズを有し、像側テレセントリックにするためのフィールドレンズとしての役割も有している。

【0056】また、各レンズ群を少ないレンズ枚数で構成しつつ、更なる光学性能の向上を達成するため、第1群では非球面を効果的に導入している。

【0057】図1に示す実施例1においては、第1群を構成する第11レンズの像側のレンズ面を周辺で発散作用が弱くなる形状の非球面とし、特に広角側での像面彎曲、非点収差および歪曲収差の補正を行い変倍に伴う収差変動を低減している。

【0058】また、第2群を構成する第21レンズの物体側のレンズ面を周辺で収斂作用が弱くなる非球面としており、大口径化で顕著になる球面収差の補正を効果的にこなしている。さらに第21レンズの像側のレンズ

面を非球面とすると球面収差とコマ収差の補正が両立しやすくなるため図1に示すように第2群の構成枚数が少ない場合には特に有効である。

【0059】また、第3群を構成する第31レンズの物体側のレンズ面を周辺で収斂作用が弱くなる非球面としており、変倍全域での像面彎曲、非点収差、歪曲収差の補正を効果的にこなっている。

【0060】同様な理由により、図5に示す実施例2では第1群の第11レンズの像面側のレンズ面、第21レンズの物体側と像面側のレンズ面、第31レンズの物体

側のレンズ面に非球面を用いている。

【0061】図9に示す実施例3では第1群の第11レンズの像面側のレンズ面、第21レンズの物体側のレンズ面、第31レンズの像面側のレンズ面に非球面を用いている。

【0062】図13に示す実施例4では第1群の第11レンズの像面側のレンズ面、第21レンズの物体側のレンズ面、第31レンズの像面側のレンズ面に非球面を用いている。

\*

$$-6.5 < (R22b + R22a) / (R22b - R22a) < -1.2 \dots (1a)$$

$$0.5 < |f22| / f2 < 2.2 \dots (2a)$$

の条件式を満足させるのが良い。

【0067】条件式(1a)は第2群のメニスカス状の負の第22レンズの形状因子を規定する式である。上限を超えてメニスカスの度合いが弱まり平凹レンズに近づくると第2群の後側主点を物体側に移動させて小型化する効果が薄れレンズ全長の大型化を招くため良くない。また、下限を超えてメニスカスの度合いが強まりすぎると製造誤差に起因する偏芯時の性能劣化が大きくなるため良くない。

【0068】条件式(2a)は第2群のメニスカス状の負の第22レンズの焦点距離すなわち屈折力を規定する式である。上限を超えて屈折力が弱まると第2群を望遠タイプの屈折力配置とした効果が薄れ、条件式(1)を満足しても後側主点を物体側に移動させる作用が弱まりレンズ全長の大型化を招くため良くない。また、下限を超えて屈折力が強まるとベッツバール和が急に大きくなり像面がオーバーとなり良くない。

【0069】次に図21の第2発明について説明する。

【0070】第2発明では、物体側より順に、正の屈折力の第1群、負の屈折力の第2群、正の屈折力の第3群そして正の屈折力の第4群の4つの群を有しており、広角端から望遠端へのズームングに際して、第1群、第2群は像側に凸状の往復運動もしくはこの一部の運動、第3群は物体側に移動し、第4群は移動もしくは固定である。

【0071】第2発明が第1発明と異なるのは正の屈折力の第1群を物体側に付加したことにより、変倍作用を※

$$-6.5 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -1.2 \dots (1b)$$

$$0.5 < 1f32 / f < 2.2 \dots (2b)$$

\*【0063】図17に示す実施例5では第1群の第11レンズの像面側のレンズ面、第21レンズの物体側のレンズ面、第31レンズの像面側のレンズ面に非球面を用いている。

【0064】これによって図1のズームレンズと同様の光学性能を得ている。

【0065】第1発明のズームレンズを用いて無限遠物体から近距離物体への撮影をする場合には、第1群を物体側へ移動することで良好な性能を得られるが、第3群を一体で物体側に移動するとリアフォーカス式となるため、フォーカシングによる前玉径の増大が防げることや、最短撮像距離が短縮できること、そしてフォーカス群が軽量化できるといったメリットが得られる。

【0066】尚、第1発明において更に収差補正上好ましくは(ア-1)前記第22レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR22a、像側のレンズ面の曲率半径をR22b、前記第2群の焦点距離をf2、該第22レンズの焦点距離をf22としたとき

※第2群と第3群にて分担している点である。これにより変倍時の収差変動を低減できるため比較的変倍比の高いズームレンズが提供できるというメリットがある。第2発明の第2、第3、第4群は第1発明の第1、第2、第3群に相当し、各レンズ群の技術的な意味は互いに同じである。

【0072】第2発明では変倍に伴い、第1群を像別に凸の往復運動もしくはこの一部の移動を行うことにより広角よりの中間位置の軸外光束により決まりがちな第1群の径寸法を小さくする効果がある。

【0073】第1群は物的に凸面を向けた正レンズの1つで構成している。第2群は像側に凹面を向けたメニスカス状の負レンズを2つと、物体側に凸面を向けた正レンズより構成し、第3群は両レンズ面が凸面の正レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス状の負レンズより構成している。

【0074】また移動群をメカニカルなカム構成を用いて非撮影時に像側に収納する所謂沈胴構成は周知である。本実施例を沈胴構成として非撮影時に更なるコンパクト化を図る場合、カム構成を極力簡素化するために開口絞りは第3群と一体で移動するのが好ましい。

【0075】尚、第2発明において更に収差補正上好ましくは次の条件式を満足させるのが良い。

(イ-1) 前記第32レンズの物体側のレンズ面の曲率半径をR32a、像側のレンズ面の曲率半径をR32b、該第3群の焦点距離をf3、該32レンズの焦点距離をf32としたとき、



11

の条件式を満足することである。

【0076】ここで条件式(1b)、(2b)の技術的な意味は第1発明における条件式(1a)、(2a)と同じである。

【0077】以下に、本発明の数値実施例を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順序を示し、Riはレンズ面又は面の曲率半径、Diは第i面と第i+1面との間のレンズ肉厚および空気間隔、Ni、 $\nu_i$ は\*

12

\*それぞれd線に対する屈折率、アッペ数を示す。また、もっとも像側の2面は水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等のフィルター部材である。また、B、C、D、E、Fは非球面係数である。非球面形状は光軸からの高さHの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると

【0078】

【数1】

$$x = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12}$$

【0079】で表される。但しRは曲率半径、Kは円錐定数である。

【0080】また、例えば「e-z」の表示は「10-」意味する。前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表-1に示す

【数値実施例1】本数値実施例の断面図を図1に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図2、3、4に示す。

【0081】本実施例は物体側から順に負の第1群、正※20

f=1~2.00 Fno=3.08~4.00 2 $\omega$ =67.4°~38.9°

R1 = 5.722	D1 = 0.27	N1 = 1.806100	$\nu$ 1 = 40.7
R2 = 0.806	D2 = 0.30		
R3 = 1.386	D3 = 0.42	N2 = 1.846660	$\nu$ 2 = 23.8
R4 = 3.010	D4 = 可変		
R5 = 絞り	D5 = 0.00		
R6 = 1.053	D6 = 0.46	N3 = 1.693500	$\nu$ 3 = 53.2
R7 = -1.747	D7 = 0.04		
R8 = 2.071	D8 = 0.12	N4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.8
R9 = 0.740	D9 = 可変		
R10 = 2.045	D10 = 0.31	N5 = 1.583130	$\nu$ 5 = 59.4
R11 = -20.845	D11 = 可変		
R12 = $\infty$	D12 = 0.56	N6 = 1.544270	$\nu$ 6 = 70.6
R13 = $\infty$			

焦点距離	1.00	1.51	2.00
可変距離			
D4	2.74	1.43	0.78
D9	1.35	1.67	2.02
D11	0.10	0.33	0.57

非球面係数

R2 k=-7.66123e-01 B=4.05496e-02 C=-2.78508e-02 D=2.48664e-01 E=-4.62808e-01  
F=2.86461e-01  
R6 k=-2.65261e+00 B=5.52794e-02 C=-8.18721e-01 D=-9.10626e-01 E=-6.62521e+00  
F=0.00000e+00  
R7 k=-2.60136e+00 B=5.26654e-02 C=-8.07152e-01 D=-6.99092e-02 E=-8.24290e-01  
F=0.00000e+00  
R10 k=0.00000e+00 B=-1.78093e-02 C=2.50937e-02 D=-5.08644e-02 E=-1.23677e-01  
F=3.74610e-01

【0084】【数値実施例2】本数値実施例の断面図を図5に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図6、

7、8に示す。

50 【0085】本実施例は物体側から順に負の第1群、正

の第2群、正の第3群で構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1群は像側に凸の往復運動、第2群は物体側へ移動、第3群は物体側に移動し、第1群と第2群との間隔は狭まるよう、第2群と第3群の間隔\*

\*は広がるように変化する。

【0086】以下レンズデータを示す。

【0087】

【外2】

$f=1 \sim 1.93$   $Fno=1.17 \sim 4.50$   $2\omega=65.7^\circ \sim 37.0^\circ$

R 1 =	24.703	D 1 =	0.22	N 1 =	1.583130	$\nu$ 1 =	59.4
R 2 =	0.735	D 2 =	0.40				
R 3 =	-4.682	D 3 =	0.14	N 2 =	1.696797	$\nu$ 2 =	55.5
R 4 =	-0.052	D 4 =	0.14				
R 5 =	1.770	D 5 =	0.26	N 3 =	1.846660	$\nu$ 3 =	23.8
R 6 =	2.968	D 6 =	可変				
R 7 =	絞り	D 7 =	0.00				
R 8 =	0.883	D 8 =	0.40	N 4 =	1.583126	$\nu$ 4 =	59.4
R 9 =	-1.789	D 9 =	0.04				
R10 =	1.571	D10 =	0.12	N 5 =	1.846660	$\nu$ 5 =	23.8
R11 =	0.721	D11 =	可変				
R12 =	2.536	D12 =	0.30	N 6 =	1.583126	$\nu$ 6 =	59.4
R13 =	-20.191	D13 =	可変				
R14 =	$\infty$	D14 =	0.54	N 7 =	1.544270	$\nu$ 7 =	70.6
R15 =	$\infty$						

焦点距離	1.00	1.45	1.93
可変面幅			
D 6	2.02	1.20	0.75
D11	1.47	2.05	2.68
D13	0.20	0.24	0.27

#### 非球面係数

R2  $k=-2.82512e-01$   $B=-1.63158e-01$   $C=5.99205e-02$   $D=-4.23566e-01$   $E=-1.66642e-02$   
 $F=6.06814e-02$   
 R8  $k=-2.12785e+00$   $B=1.23689e-01$   $C=-3.71475e-01$   $D=1.93890e-01$   $E=-5.43828e+00$   
 $F=0.00000e+00$   
 R9  $k=-1.54492e+00$   $B=3.10330e-02$   $C=-2.11951e-01$   $D=-1.52537e+00$   $E=-6.17215e-01$   
 $F=0.00000e+00$   
 R12  $k=0.00000e+00$   $B=-8.39862e-02$   $C=1.61651e-01$   $D=-2.42217e-01$   $E=-1.38750e-01$   
 $F=3.67472e-01$

【0088】[数値実施例3]本数値実施例の断面図を図9に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図10、11、12に示す。

【0089】本実施例は物体側から順に負の第1群、正の第2群、正の第3群で構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1群は像側に凸の往復運動、第

2群は物体側へ移動、第3群は固定で、第1群と第2群との間隔は狭まるよう、第2群と第3群の間隔は広がるように変化する。

【0090】以下レンズデータを示す。

【0091】

【外3】

$f=1 \sim 2.00$   $Fno=2.83 \sim 4.00$   $2\omega=67.4^\circ \sim 36.9^\circ$

R 1 = 20.828	D 1 = 0.27	N 1 = 1.806100	$\nu$ 1 = 40.7
R 2 = 0.755	D 2 = 0.30		
R 3 = 1.533	D 3 = 0.42	N 2 = 1.846660	$\nu$ 2 = 23.8
R 4 = 6.712	D 4 = 可変		
R 5 = 絞り	D 5 = 0.00		
R 6 = 0.839	D 6 = 0.42	N 3 = 1.583130	$\nu$ 3 = 59.4
R 7 = 10.555	D 7 = 0.04		
R 8 = 1.480	D 8 = 0.12	N 4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.8
R 9 = 0.713	D 9 = 0.12		
R10 = 1.636	D10 = 0.25	N 5 = 1.487490	$\nu$ 5 = 70.2
R11 = -5.281	D11 = 可変		
R12 = 3.141	D12 = 0.31	N 6 = 1.693500	$\nu$ 6 = 53.2
R13 = -20.845	D13 = 可変		
R14 = $\infty$	D14 = 0.58	N 7 = 1.544270	$\nu$ 7 = 70.6
R15 = $\infty$			

焦点距離 1.00 1.48 2.00

可変距離

D 4	2.29	1.29	0.74
D11	1.13	1.72	2.36
D13	0.22	0.22	0.22

非球面係数

R2  $k=-1.37059e+00$  B=1.45162e-01 C=2.44400e-02 D=-1.85595e-01 E=3.27130e-01  
F=2.12031e-01  
R6  $k=-7.94874e-01$  B=-4.39799e-02 C=1.15707e-02 D=2.23687e-01 E=-5.28300e-01  
F=0.00000e+00  
R12  $k=0.00000e+00$  B=-4.25893e-02 C=1.36984e-01 D=-6.92638e-01 E=1.53344e+00  
F=-1.23433e+00

【0092】[数値実施例4]本数値実施例の断面図を図13に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図14、15、16に示す。

【0093】本実施例は物体側から順に負の第1群、正の第2群、正の第3群で構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群は像側に凸の往復運動、第

30 2群は物体側へ移動、第3群は固定で、第1群と第2群との間隔は狭まるよう、第2群と第3群の間隔は広がるように変化する。

【0094】以下レンズデータを示す。

【0095】

【外4】

$f=1 \sim 2.00$   $Fno=2.46 \sim 3.50$   $2\omega=67.4^\circ \sim 36.9^\circ$

R 1 = 10.508	D 1 = 0.23	N 1 = 1.583130	$\nu$ 1 = 59.4
R 2 = 0.794	D 2 = 0.42		
R 3 = -4.639	D 3 = 0.15	N 2 = 1.696797	$\nu$ 2 = 55.5
R 4 = -14.155	D 4 = 0.15		
R 5 = 2.145	D 5 = 0.27	N 3 = 1.846660	$\nu$ 3 = 23.8
R 6 = 4.959	D 6 = 可変		
R 7 = 絞り	D 7 = 0.00		
R 8 = 0.857	D 8 = 0.42	N 4 = 1.583130	$\nu$ 4 = 59.4
R 9 = 27.730	D 9 = 0.04		
R10 = 1.460	D10 = 0.12	N 5 = 1.846660	$\nu$ 5 = 23.8
R11 = 0.727	D11 = 0.15		
R12 = 2.312	D12 = 0.25	N 6 = 1.487490	$\nu$ 6 = 70.2
R13 = -6.427	D13 = 可変		
R14 = 2.329	D14 = 0.31	N 7 = 1.583130	$\nu$ 7 = 59.4
R15 = -20.843	D15 = 可変		
R16 = $\infty$	D16 = 0.56	N 8 = 1.544270	$\nu$ 8 = 70.6
R17 = $\infty$			

	焦点距離	1.00	1.48	2.00
可変距離				
D 6	2.32	1.28	0.72	
D13	1.24	1.91	2.63	
D15	0.26	0.26	0.26	

#### 非球面係数

R2  $k=-2.85373e-01$  B=-1.12743e-01 C=-4.29743e-02 D=-1.58173e-01 E=1.43473e-01  
 $F=2.65418e-01$   
R8  $k=-9.48912e-01$  B=6.32444e-02 C=9.66039e-03 D=1.17227e-01 E=-1.60116e-01  
 $F=0.00000e+00$   
R14  $k=0.00000e+00$  B=-1.29666e-02 C=3.69986e-02 D=-1.35317e-02 E=-1.53460e-01  
 $F=1.07658e-01$

【0096】[数値実施例5]本数値実施例の断面図を図17に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図18、19、20に示す。

【0097】本実施例は物体側から順に負の第1群、正の第2群、正の第3群で構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群は像側に凸の往復運動、第

2群は物体側へ移動、第3群は固定で、第1群と第2群との間隔は狭まるよう、第2群と第3群の間隔は広がるように変化する。

【0098】以下レンズデータを示す。

【0099】

【外5】

$f=1 \sim 3.00$   $Fno=2.84 \sim 4.90$   $2\omega=67.4^\circ \sim 25.1^\circ$

R 1 = 4.165	D 1 = 0.27	N 1 = 1.693501	$\nu$ 1 = 53.2
R 2 = 1.078	D 2 = 0.27		
R 3 = 3.745	D 3 = 0.12	N 2 = 1.719995	$\nu$ 2 = 50.2
R 4 = 1.311	D 4 = 0.21		
R 5 = 1.475	D 5 = 0.33	N 3 = 1.761821	$\nu$ 3 = 26.5
R 6 = 3.683	D 6 = 可変		
R 7 = 絞り	D 7 = 0.00		
R 8 = 0.974	D 8 = 0.42	N 4 = 1.583130	$\nu$ 4 = 59.4
R 9 = 2.989	D 9 = 0.04		
R10 = 1.109	D10 = 0.12	N 5 = 1.846660	$\nu$ 5 = 23.8
R11 = 0.777	D11 = 0.15		
R12 = 2.674	D12 = 0.10	N 6 = 1.603420	$\nu$ 6 = 38.0
R13 = 0.762	D13 = 0.31	N 7 = 1.603112	$\nu$ 7 = 60.6
R14 = -4.127	D14 = 可変		
R15 = 3.578	D15 = 0.31	N 8 = 1.583130	$\nu$ 8 = 59.4
R16 = -20.844	D16 = 可変		
R17 = $\infty$	D17 = 0.56	N 9 = 1.544270	$\nu$ 9 = 70.6
R18 = $\infty$			

焦点距離	1.00	1.96	3.00
可変距離			
D 6	2.64	0.92	0.29
D14	1.18	2.29	3.50
D16	0.26	0.26	0.26

#### 非球面係数

R2  $k=3.54165e-03$  B= $-6.05581e-02$  C= $-1.50703e-02$  D= $-7.94842e-02$  E= $-6.19632e-02$   
 $F=6.61452e-02$   
 R8  $k=-1.07915e+00$  B= $-7.33274e-02$  C= $-3.35526e-03$  D= $-1.90266e-01$  E= $-3.85769e-01$   
 $F=0.00000e+00$   
 R15  $k=0.00000e+00$  B= $-5.06698e-02$  C= $-7.37408e-02$  D= $-1.20279e-01$  E= $-3.45652e-01$   
 $F=0.98714e-01$

【0100】[数値実施例6]本数値実施例の断面図を図21に、広角端、中間位置、望遠端での収差図を図22、23、24に示す。

【0101】本実施例は物体側から順に正の第1群、負の第2群、正の第3群、正の第4群で構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際し、第1群、第2群は像側に凸の往復運動、第3群、第4群は物体側へ移動で、第1群と第2群との間隔は広がるよう、第2群と第3群

との間隔は狭まるよう、第3群と第4群の間隔は広がるように変化する。絞りは第3群中に位置し変倍中移動する。また、第3群は物体側より正レンズ、負の接合レンズで構成される。また、第1群は物体側に凸面を向けた正レンズ1枚で構成される。

【0102】

【外6】

$f=1 \sim 3.02 \quad Fno=3.00 \sim 4.35 \quad 2\omega=67.4^\circ \sim 24.9^\circ$ 

R 1 = 3.726	D 1 = 0.51	M 1 = 1.516330	$\nu$ 1 = 64.1
R 2 = 372.818	D 2 = 可変		
R 3 = 6.150	D 3 = 0.17	M 2 = 1.834807	$\nu$ 2 = 42.7
R 4 = 1.112	D 4 = 0.52		
R 5 = 30.624	D 5 = 0.16	M 3 = 1.638539	$\nu$ 3 = 55.4
R 6 = 2.160	D 6 = 0.03		
R 7 = 1.500	D 7 = 0.38	M 4 = 1.846660	$\nu$ 4 = 23.9
R 8 = 2.799	D 8 = 可変		
R 9 = 絞り	D 9 = 0.00		
R10 = 0.854	D10 = 0.38	M 5 = 1.693500	$\nu$ 5 = 51.2
R11 = -3.872	D11 = 0.02		
R12 = 1.682	D12 = 0.19	M 6 = 1.846660	$\nu$ 6 = 21.8
R13 = 0.647	D13 = 可変		
R14 = 2.367	D14 = 0.37	M 7 = 1.693500	$\nu$ 7 = 51.2
R15 = -16.229	D15 = 可変		
R16 = $\infty$	D16 = 0.32	M 8 = 1.516330	$\nu$ 8 = 64.1
R17 = $\infty$			

焦点距離	1.00	2.10	3.02
可変距離			
D 2	0.10	1.16	1.38
D 8	2.99	1.28	0.56
D13	1.27	1.67	2.11
D15	0.32	0.65	1.00

## 非球面係数

R10  $k=-7.67603e-01$  B=7.71488e-03 C=0.00000e+00 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
F=0.00000e+00

R11  $k=2.66986e+01$  B=1.69550e-01 C=0.00000e+00 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
F=0.00000e+00

R14  $k=-8.39283e-01$  B=6.18093e-03 C=-8.82233e-03 D=0.00000e+00 E=0.00000e+00  
F=0.00000e+00

【0103】

\* \* 【表1】

条件式	数値実施例					
	1	2	3	4	5	6
1a	-2.11	-2.7	-2.88	-2.98	-5.67	----
2a	0.73	0.9	0.9	0.88	1.83	----
1b	----	----	----	----	----	-2.25
2b	----	----	----	----	----	0.68

【0104】次に本発明のズームレンズを用いたビデオカメラ（光学機器）の実態形態を図25を用いて説明する。

【0105】図25において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は撮影光学系11によって被写体像を受光するCCD等の撮影素子、13は撮像素子12が受光した被写体像を記録する記録手段、14は不図示の表示素子に表示された被写体像を観察するためのファインダーである。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子12上に形成された被写体像が表示される。

【0106】このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0107】

【発明の効果】本発明によれば第2群の小型化、および第2群と、第3群の空気間隔の短縮を図り、より層の小型化を達成し、かつ諸収差が良好に補正された高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

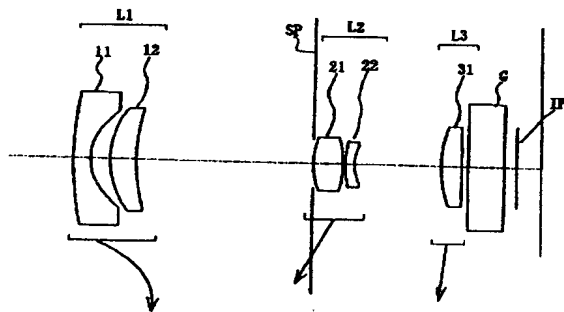
【0108】この他、本発明によれば固体撮像素子を用いた撮影系に好適な、構成レンズ枚数が少なくコンパクトで、優れた光学性能を有するズームレンズが達成でき

る。

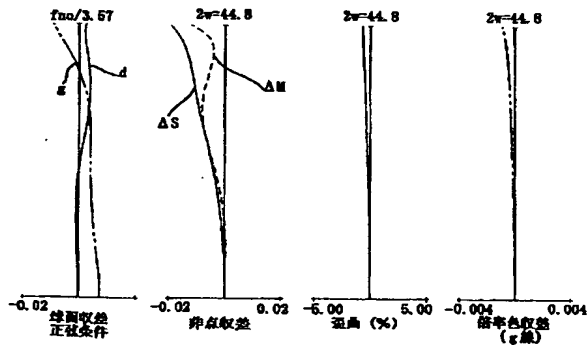
【図面の簡単な説明】

- 【図1】本発明の数値実施例1のレンズ断面図  
 【図2】本発明の数値実施例1の広角端の収差図  
 【図3】本発明の数値実施例1の中間の収差図  
 【図4】本発明の数値実施例1の望遠端の収差図  
 【図5】本発明の数値実施例2のレンズ断面図  
 【図6】本発明の数値実施例2の広角端の収差図  
 【図7】本発明の数値実施例2の中間の収差図  
 【図8】本発明の数値実施例2の望遠端の収差図  
 【図9】本発明の数値実施例3のレンズ断面図  
 【図10】本発明の数値実施例3の広角端の収差図  
 【図11】本発明の数値実施例3の中間の収差図  
 【図12】本発明の数値実施例3の望遠端の収差図  
 【図13】本発明の数値実施例4のレンズ断面図  
 【図14】本発明の数値実施例4の広角端の収差図  
 【図15】本発明の数値実施例4の中間の収差図  
 【図16】本発明の数値実施例4の望遠端の収差図  
 【図17】本発明の数値実施例5のレンズ断面図

【図1】



【図3】

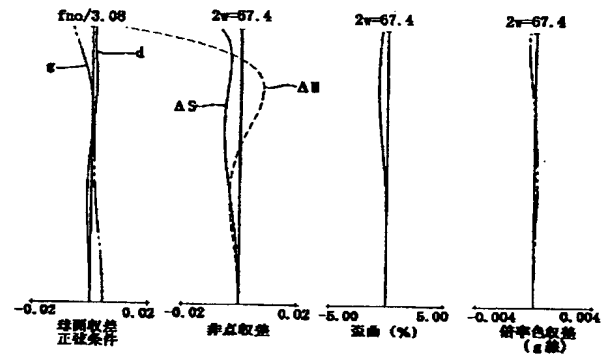


- \* 【図18】本発明の数値実施例5の広角端の収差図  
 【図19】本発明の数値実施例5の中間の収差図  
 【図20】本発明の数値実施例5の望遠端の収差図  
 【図21】本発明の数値実施例6のレンズ断面図  
 【図22】本発明の数値実施例6の広角端の収差図  
 【図23】本発明の数値実施例6の中間の収差図  
 【図24】本発明の数値実施例6の望遠端の収差図  
 【図25】本発明の光学機器の要部概略図

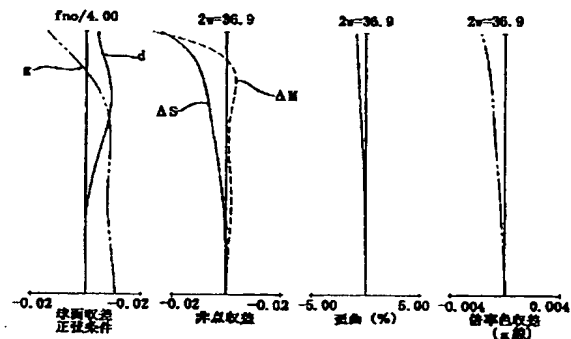
【符号の説明】

- 10 L1 第1群  
 L2 第2群  
 L3 第3群  
 L4 第4群  
 SP 絞り  
 IP 像面  
 d d線  
 g g線  
 S サジタル像面  
 \* M メリディオナル像面

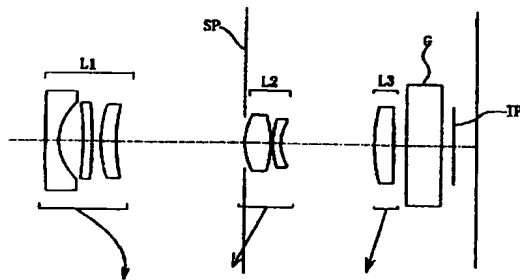
【図2】



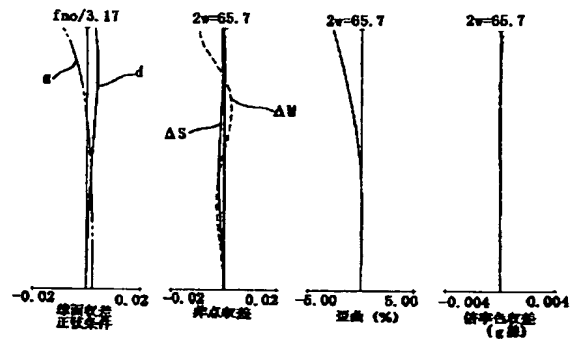
【図4】



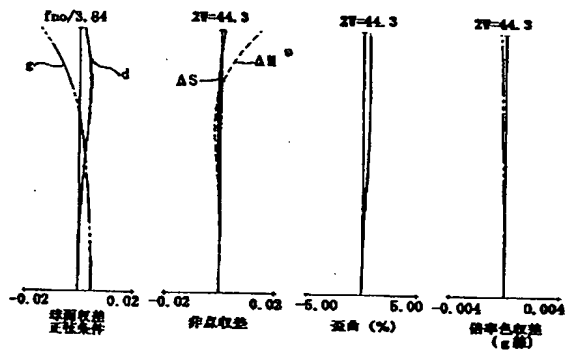
【図5】



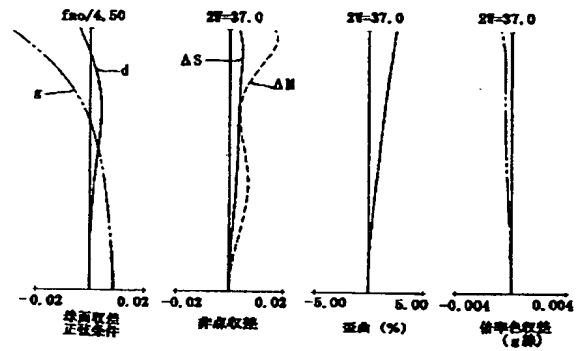
【図6】



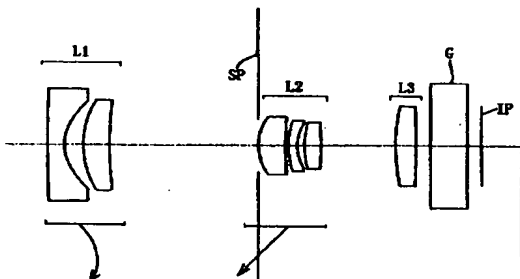
【図7】



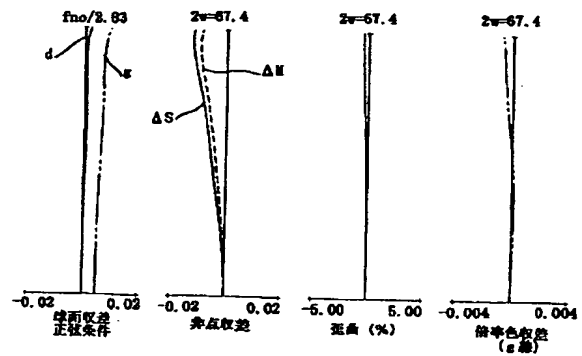
【図8】



【図9】

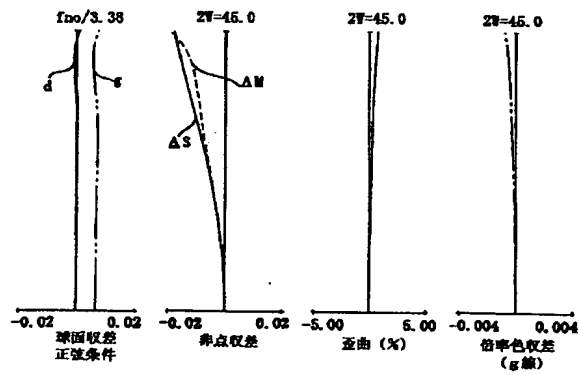


【図10】

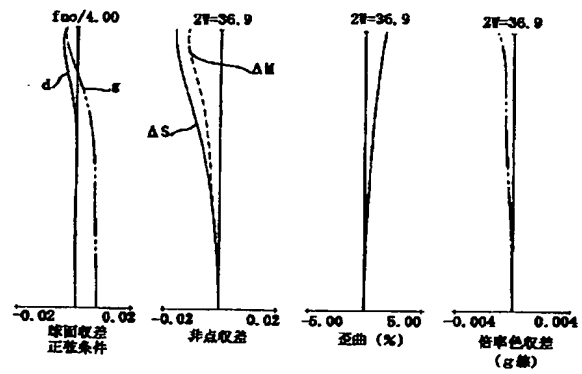




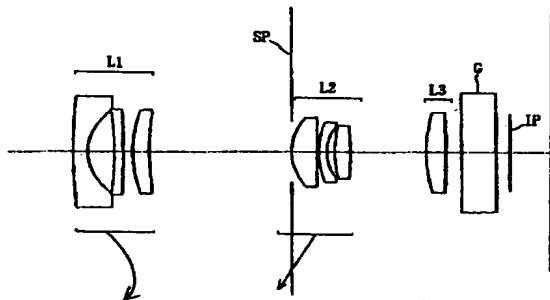
【図11】



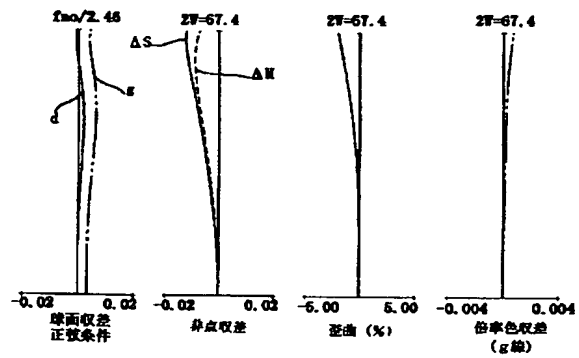
【図12】



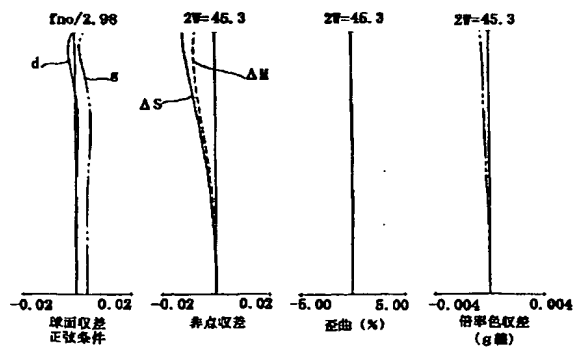
【図13】



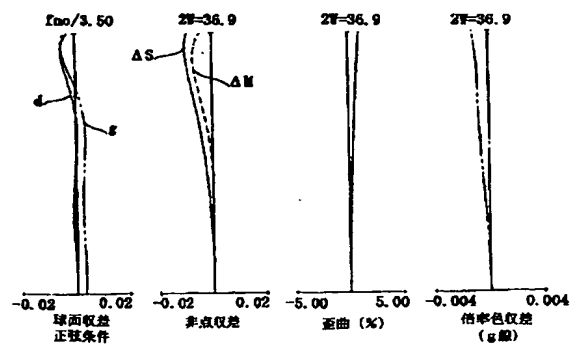
【図14】



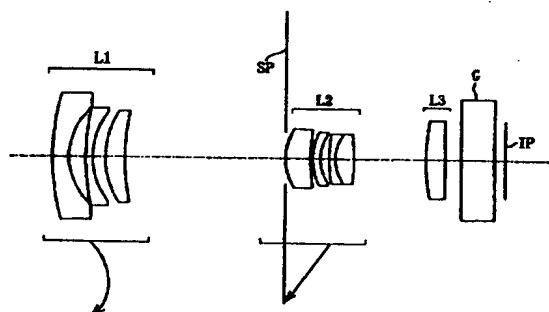
【図15】



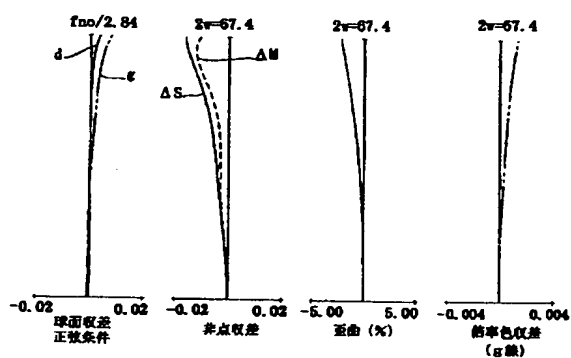
【図16】



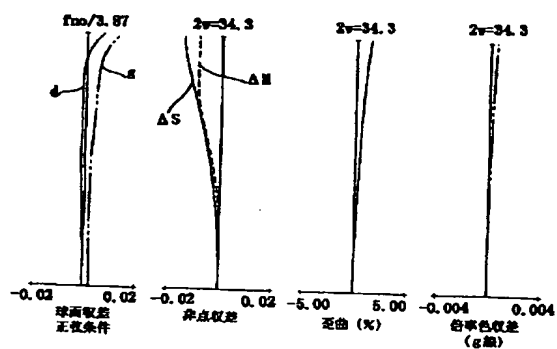
【図17】



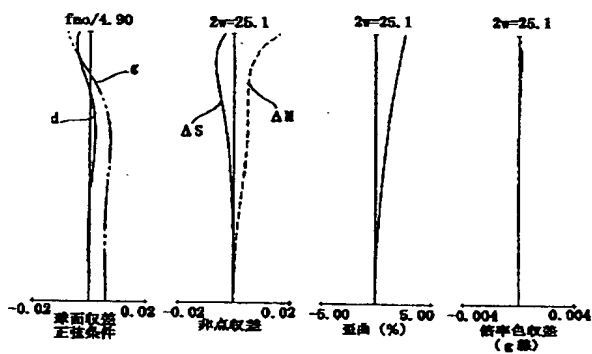
【図18】



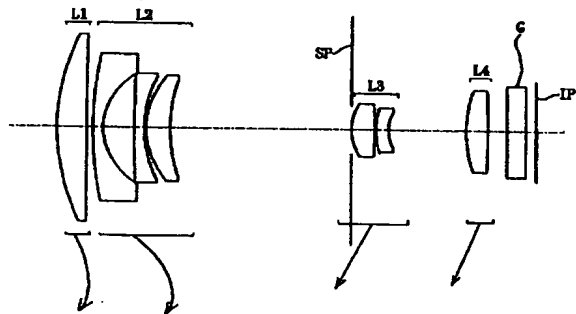
【図19】



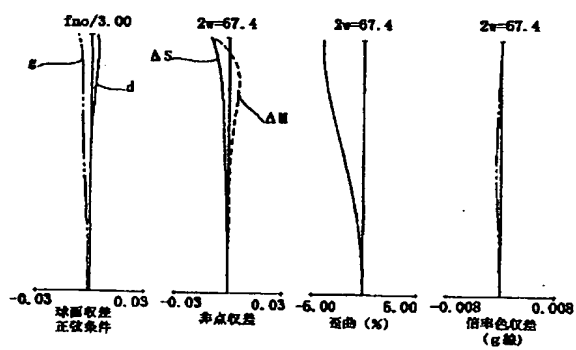
【図20】



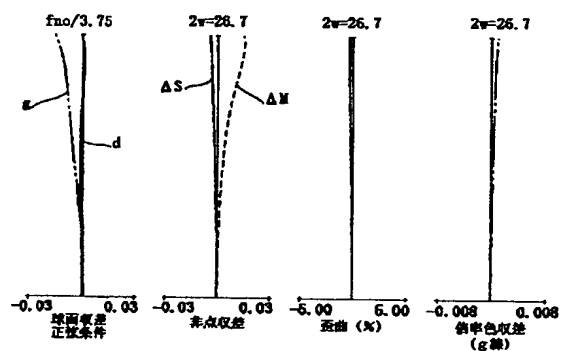
【図21】



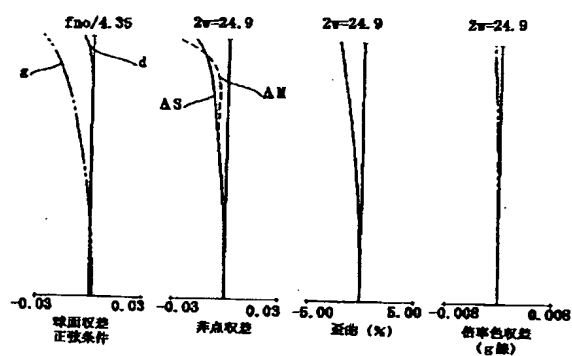
【図22】



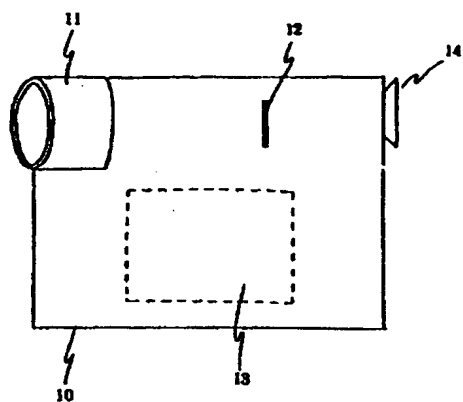
【図23】



【図24】



【図25】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA02 KA03 PA05 PA06 PA07  
 PA17 PA18 PB05 PB06 PB07  
 PB08 QA02 QA07 QA12 QA17  
 QA21 QA22 QA25 QA26 QA34  
 QA41 QA42 QA45 QA46 RA05  
 RA12 RA13 RA36 RA43 SA14  
 SA16 SA19 SA23 SA27 SA29  
 SA32 SA62 SA63 SA64 SA65  
 SA74 SB02 SB03 SB04 SB13  
 SB14 SB15 SB22 SB23 SB32

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images  
problems checked, please do not report the  
problems to the IFW Image Problem Mailbox**